



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111664059 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 10

(21) 申请号 202010151801.3

(22) 申请日 2020.03.06

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111664059 A

(43) 申请公布日 2020.09.15

(30) 优先权数据

19161312.4 2019.03.07 EP

(73) 专利权人 西门子歌美飒可再生能源公司

地址 丹麦布兰德

(72) 发明人 M.H.鲁姆勒 M.迪瓦力

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

专利代理师 邹松青 司昆明

(51) Int.Cl.

F03D 13/20 (2016.01)

F03D 13/10 (2016.01)

F03D 80/00 (2016.01)

(56) 对比文件

CN 102828922 A, 2012.12.19

DE 102015013098 A1, 2017.04.13

JP 2017089447 A, 2017.05.25

审查员 王羽波

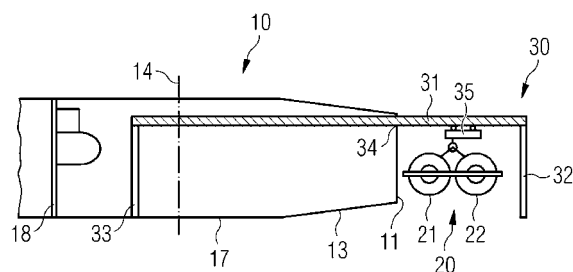
权利要求书2页 说明书12页 附图10页

(54) 发明名称

风力涡轮机塔架的塔架区段的组装

(57) 摘要

提供组装风力涡轮机塔架(101)的塔架区段(10)的方法。方法包括:以水平取向布置风力涡轮机塔架(101)的塔架区段(10);在塔架区段(10)布置在水平取向的同时将阻尼器单元(20)运输到塔架区段(10)内部的位置;以及将阻尼器单元(20)安装到塔架区段(10),其中阻尼器单元构造成抑制风力涡轮机塔架(101)的运动。此外,提供水平运输系统,其至少在一个位置处被塔架区段(10)支撑并且包括可动部分,可动部分构造成支撑阻尼器单元(20)并沿水平方向将阻尼器单元(20)从塔架区段(10)的端部(11、12)附近的位置运输到塔架区段(10)内部阻尼器单元(20)的安装位置(14)处或附近的位置。



1. 一种组装风力涡轮机塔架(101)的塔架区段(10)的方法,包括如下步骤:

- 以水平取向布置所述风力涡轮机塔架(101)的所述塔架区段(10);
 - 在所述塔架区段(10)被布置在所述水平取向的同时将阻尼器单元(20)运输到所述塔架区段(10)内部的位置;以及
 - 将所述阻尼器单元(20)安装到所述塔架区段(10),其中所述阻尼器单元被构造成抑制所述风力涡轮机塔架(101)的运动,
- 其中所述阻尼器单元(20)在纵向方向(23)上延伸,其中将所述阻尼器单元(20)运输到所述塔架区段(10)中包括:
- 将所述阻尼器单元(20)取向成使得其纵向方向(23)基本平行于水平运输方向;
 - 沿着所述水平运输方向将所述阻尼器单元(20)运输到所述塔架区段(10)内部的位置;以及
 - 在所述阻尼器单元位于所述塔架区段(10)内部的同时旋转所述阻尼器单元(20),使得其纵向方向(23)基本垂直于所述水平运输方向。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中将所述阻尼器单元(20)运输到所述塔架区段(10)中包括:使用水平运输系统(30)在水平方向上将所述阻尼器单元(20)运输到所述塔架区段(10)内部的位置,其中所述水平运输系统(30)至少在一个位置处被所述塔架区段(10)支撑。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述水平运输系统(30)在一侧上被所述塔架区段(10)支撑并且在相对侧上被支撑在所述塔架区段(10)外部,其中将所述阻尼器单元(20)安装在所述塔架区段(10)中包括:通过使用所述水平运输系统(30)将所述阻尼器单元(20)从所述塔架区段(10)外部的的位置运输到所述塔架区段(10)内部的所述位置。

4. 根据权利要求2或3所述的方法,其中所述水平运输系统(30)包括台车(35),其中将所述阻尼器单元(2)安装在所述塔架区段(10)中包括:通过所述台车(35)支撑所述阻尼器单元并且移动所述台车(35)以在所述水平方向上将所述阻尼器单元(20)运输到所述位置。

5. 根据权利要求1-3中的任一项所述的方法,其中将所述阻尼器单元(20)运输到所述塔架区段(10)内部的位置包括:将所述阻尼器单元运输到所述塔架区段内部的距所述塔架区段(10)的任一端(11、12)至少4米、优选地至少6米、更优选地至少8米的位置。

6. 根据权利要求1-3中的任一项所述的方法,其中所述方法还包括,在将所述阻尼器单元(20)运输到所述塔架区段(10)内部的位置之前:

- 将梯子模块(109)安装在所述塔架区段(10)中;以及
- 使得所述塔架区段(10)绕其中心纵向轴线(120)旋转大约180度,使得所述梯子模块(109)被布置在所述塔架区段(10)的上部部分(16)中。

7. 一种用于组装风力涡轮机塔架的塔架区段(10)的水平运输系统,其中所述水平运输系统(30)被构造成至少在一个位置处被所述塔架区段(10)支撑,并且包括台车(35),所述台车(35)被构造成支撑阻尼器单元(20)并且在所述塔架区段(10)被布置为水平取向的同时在水平方向上将所述阻尼器单元(20)从所述塔架区段(10)的端部(11、12)附近的位置运输到所述塔架区段(10)内部的所述阻尼器单元(20)的安装位置(14)处或附近的位置,

其中所述阻尼器单元(20)在纵向方向(23)上延伸,

其中所述台车包括旋转元件,以便在所述阻尼器单元被所述台车支撑的同时,实现所

述阻尼器单元的旋转,并且

其中所述阻尼器单元(20)能够通过如下方式运输到所述塔架区段(10)中:

- 将所述阻尼器单元(20)取向成使得其纵向方向(23)基本平行于水平运输方向;
- 通过所述台车(35)沿着所述水平运输方向将所述阻尼器单元(20)运输到所述塔架区段(10)内部的位置;以及
- 在所述阻尼器单元位于所述塔架区段(10)内部的同时通过所述台车(35)的旋转元件旋转所述阻尼器单元(20),使得其纵向方向(23)基本垂直于所述水平运输方向。

8.根据权利要求7所述的水平运输系统,其中所述水平运输系统(30)包括轨道(31),其中所述台车(35)被构造成在所述轨道(31)上行进,其中所述轨道(31)是当所述塔架区段(10)处于所述水平取向时被设置在所述塔架区段(10)的下部部分(15)中的底部轨道,并且其中所述台车(35)被构造成承载所述阻尼器单元并且被进一步构造成使得所述阻尼器单元(20)能够被放置在所述台车(35)的顶部上。

9.根据权利要求7所述的水平运输系统,其中所述水平运输系统包括轨道(31),其中所述台车(35)被构造成在所述轨道(31)上行进,其中所述轨道(31)是当所述塔架区段(10)处于所述水平取向时被设置在所述塔架区段(10)的上部部分(16)中的梁,并且其中所述台车(35)被构造成使得所述阻尼器单元(20)能够从所述台车(35)悬置。

风力涡轮机塔架的塔架区段的组装

技术领域

[0001] 本发明涉及组装风力涡轮机塔架的塔架区段的方法、用于组装这样的塔架区段的水平运输系统以及风力涡轮机塔架的相应塔架区段。具体地，本发明涉及在风力涡轮机塔架的这样的塔架区段中安装阻尼器单元。

背景技术

[0002] 风力涡轮机必须承受作用在风力涡轮机的转子、机舱和塔架上的相当大的风力。由于所施加的风力的随机特征的原因，风力涡轮机经历动态的负载条件。高且细长的风力涡轮机塔架携带机舱，该机舱包括发电机和其他部件并且支撑转子，使得风力涡轮机的质心定位成高出地面。所施加的动态力导致风力涡轮机的上部部分的运动，包括所谓的前后运动和侧向运动。风力涡轮机塔架的摆动模式能够被激发，特别是当这样的模式的频率接近转子引起的振动时。在其超过25年的使用寿命期间，风力涡轮机必须承受这样的动态机械负载。

[0003] 由于受迫运动和振动，塔架在风力涡轮机的整个使用寿命期间在操作中且在停机时均经历疲劳。因此，涡轮机塔架必须被设计成承受这些负载，这需要更大厚度的塔架壳或者更大直径的圆柱形塔架。这样的措施增加了塔架所需的材料的量，其增加了塔架及其单个塔架区段的重量和成本。因为塔架区段必须通过陆运或船舶运输到安装位置，所以这样的塔架区段的重量和大小由于交通、道路或船舶要求而受限。

[0004] 为了解决上述问题，已知在风力涡轮机塔架的最高区段中或者在机舱内部安装阻尼器。阻尼器减小风力涡轮机塔架的运动，并且能够以有利的方式调谐风力涡轮机塔架的摆动模式的频率。这样的阻尼器的示例被描述于文献EP 2 899 397 B1中，其中具有环形形状的阻尼器被放置在塔架的顶端处或者在机舱处。在风力涡轮机塔架的大小增加的情况下，提供高效阻尼所需的阻尼器必须在重量和大小上显著增加。因此，将这样的阻尼器安装在风力涡轮机塔架中或者运输具有安装的阻尼器的塔架区段变得有问题。

[0005] 具体地，具有8吨或更重的个体重量的阻尼器单元不再能够使用具有伸缩梁的伸缩臂叉装车被吊装就位，而这种伸缩臂叉装车在过去已被用于安装这样的阻尼器。同样地，当前的安装方法具有增加的健康和安全风险，因为阻尼器通常作为悬置负载被安装，并且工作必须在悬置阻尼器的区域中被执行。

[0006] 在运输塔架区段之前安装阻尼器能够导致运输安全的问题。具体地，不均匀的重量分布能够导致拖车的摇摆和滚动，并且当塔架区段要通过船舶水运时能够进一步导致不平衡。

[0007] 期望的是，有助于将阻尼器安装到风力涡轮机塔架并且使得这样的安装程序更安全且更高效。具体地，期望安装阻尼器使得能够以最佳的可能方式利用可用空间同时确保快速且高效高的组装并最小化安全风险。

发明内容

[0008] 本发明的目标是减轻上述缺点中的至少一些,并改进风力涡轮机塔架对具有阻尼器的配备。具体地,存在这样的阻尼器的高效且安全的安装的需求。

[0009] 该目的通过独立权利要求的特征实现。从属权利要求描述本发明的实施例。

[0010] 根据本发明的实施例,提供一种组装风力涡轮机塔架的塔架区段的方法。该方法包括如下步骤:以水平取向布置风力涡轮机塔架的塔架区段;在塔架区段被布置在水平取向的同时将阻尼器单元运输到塔架区段内部的位置;以及将阻尼器单元安装在塔架区段中,其中阻尼器单元被构造成抑制风力涡轮机塔架的运动,具体地当风力涡轮机塔架被架设且处于操作中时。

[0011] 借助于这样的方法,阻尼器单元能够被有效地安装在塔架区段中。此外,这样的安装方法允许将阻尼器单元安装在塔架区段内部深处,同时降低执行塔架区段的组装的人员的安全风险。

[0012] 阻尼器单元具体地沿水平方向运输。塔架区段的水平取向具体地指的是塔架区段的纵向方向在基本水平方向上延伸的取向,即其可以基本平行于地球表面延伸。应该清楚的是,塔架区段可以具有稍稍圆锥的形状,使得当塔架区段例如被支撑在相等高度的支撑件上时这样的形状的纵向轴线不完全平行于水平平面。阻尼器单元可以具体地被构造成抑制风力涡轮机塔架的运动和摆动,所述运动和摆动是由在风力涡轮机塔架被架设且处于操作或出于待机时施加到风力涡轮机塔架的动态负载所导致的。塔架区段可以具体地是风力涡轮机塔架的顶端区段。

[0013] 在实施例中,将阻尼器单元运输到塔架区段中包括:使用水平运输系统在水平方向上将阻尼器单元运输到塔架区段内部的位置。水平运输系统可以至少在一个位置处被塔架区段支撑。运输系统可以例如被支撑在塔架区段的凸缘处,或者可以被支撑在塔架区段内部的位置处(即在塔架区段的外壁内)。借助于这样的运输系统,即使塔架区段被水平取向且阻尼器单元具有相当大的重量,也可以将阻尼器单元运输到塔架区段内相当远的距离。阻尼器单元被运输到的塔架区段内部的位置可以是阻尼器单元要被安装到塔架区段所在的安装位置,或者可以邻近这样的安装位置。

[0014] 在实施例中,水平运输系统在一侧上被塔架区段支撑并且在相对侧上被支撑在塔架区段外部。应该清楚的是,运输系统可以被支撑在塔架区段的内部和外部的其他位置处。将阻尼器单元安装在塔架区段中可以包括:通过使用水平运输系统将阻尼器单元从塔架区段外部的的位置运输到塔架区段内部的位置。因此,阻尼器单元能够被已经在塔架区段外部的运输系统支撑,使得不需要其他设备将阻尼器单元移动到塔架区段中,从而有助于组装。

[0015] 在实施例中,水平运输系统包括台车。将阻尼器单元安装在塔架区段中包括:通过台车支撑阻尼器单元并且移动台车以便在水平方向上将阻尼器单元运输到所述位置。因此运输系统的复杂性可以保持较低,同时运输系统允许阻尼器单元被运输到塔架区段中相当远的距离。甚至可以允许从塔架区段的下端引入阻尼器单元,而安装位置位于靠近塔架区段的顶端。

[0016] 台车可以例如包括在塔架区段的内壁上行进的轮。

[0017] 在其他实施例中,水平运输系统包括轨道,其中台车在轨道上行进。例如,轨道能够是上轨道并且阻尼器单元能够从台车悬置,或者轨道能够是台车在其上行进的下轨道且

阻尼器单元能够设置在台车的顶部上。通过这样的布置,运输系统能够延伸到塔架区段内任意所期望的距离,使得组装人员能够自由选择安装位置和塔架端部,阻尼单元通过所述塔架端部被引入到塔架区段中。运输系统能够具体地被安装到塔架区段的内部。

[0018] 进一步有利的是,将阻尼器单元运输到塔架区段中包括:在水平方向上将阻尼器单元运输到塔架区段内部的位置,并且在阻尼器单元处于塔架区段内部的位置处的同时旋转阻尼器单元。借此,阻尼器单元可以以与阻尼器单元最终被安装在塔架区段内部所处的取向不同的取向被引入到塔架区段中。因此,阻尼器单元的大小(例如横向延伸)可以大于塔架区段的开口,阻尼器单元通过该开口被引入到塔架区段中,诸如在塔架区段的顶端中的开口。

[0019] 具体地,阻尼器单元可以朝向安装位置被移动并且可以在安装位置处或附近旋转。在方法的其他实施方式中,阻尼单元可以被移动到塔架中,可以被旋转,且然后可以被移动到安装位置。

[0020] 例如,台车可以包括旋转元件,诸如转动台,具体地液压转动台,以便在阻尼器单元被台车支撑(例如被设置台车上或者从台车悬置)的同时,实现阻尼器单元的旋转。

[0021] 在实施例中,阻尼器单元在纵向方向上延伸,其中将阻尼器单元运输到塔架区段中包括:将阻尼器单元取向成使得其纵向方向基本平行于水平运输方向;沿着水平运输方向将阻尼器单元运输到塔架区段内部的位置;以及在阻尼器单元位于塔架区段内部的同时旋转阻尼器单元,使得其纵向方向基本垂直于水平运输方向。将阻尼器单元取向成其纵向方向基本平行于水平运输方向可以具体地被实现成使得阻尼器单元通过塔架区段中的开口装配,其中该阻尼器单元要被运输通过该开口(例如在塔架区段的上端处),即其不需要精确地平行于运输方向。

[0022] 水平运输系统可以被构造成将阻尼器单元运输到距塔架区段的任一端至少4米、优选地至少6米、更优选地至少8或10米距离的位置。

[0023] 在实施例中,将阻尼器单元运输到塔架区段内部的位置包括:将阻尼器单元运输到塔架区段内部的距塔架区段的任一端至少4米的距离的位置。优选地,该位置距任一端具有至少6米或者甚至至少8或10米的距离。可以例如在阻尼器单元的重心和塔架区段的相应端部上的安装凸缘(即塔架区段在纵向方向上的端部)之间测量该距离。通过这样的组装方法,阻尼器单元可以被安装在塔架区段内部相当更深处。这为阻尼器布置提供了更大的可能性,例如,阻尼器布置能够位于塔架区段的中间更远处,用于抑制特定模式,或为多个阻尼器单元在沿塔架区段的不同位置处的布置提供了更大的可能性。

[0024] 优选地,阻尼器单元被运输到的位置位于塔架区段的顶半部中,例如塔架区段的上圆锥部分下方。在此上下文中,顶半部指的是塔架区段的当塔架区段形成被架设的风力涡轮机塔架的一部分时是顶半部的半部。

[0025] 在其他实施例中,阻尼器单元可以被运输到安装位置且在安装位置处被安装,该安装位置被布置在塔架区段的底半部内部。

[0026] 在实施例中,安装阻尼器单元包括:将阻尼器单元安装在塔架区段内部的安装位置,使得阻尼器单元在安装位置处被安装在塔架区段的下半部中。在此方面下半部指的是当塔架区段被布置成水平取向(即侧卧)时塔架的位于由塔架区段的中心纵向轴线(例如圆柱轴线或者圆锥轴线)和与其垂直的水平轴线所限定的平面下方的半部。具体地,阻尼器单

元的60%以上的体积、优选地70%以上或者甚至80%以上的体积可以被设置在塔架区段的这个下半部中。阻尼器单元的重量的相应部分可以被设置在塔架区段的下半部中。

[0027] 通过将阻尼器单元安装在塔架区段的下半部中,能够在负载不必须被悬置在地面上方的情况下进行安装。因此,能够降低执行安装操作的人员的健康和安全风险。此外,水平取向的塔架区段的重心能够保持靠近地面。阻尼器单元具有相当大的重量,并且可以安装多个阻尼器单元。因此在上半部中安装阻尼器单元会将重心移位到塔架区段的中心纵向轴线上方的位置,使得塔架区段会倾向于滚动并变得不稳定。这样的倾向能够通过将阻尼器单元安装在塔架区段的下半部来避免。因此能够使塔架区段在道路上和通过船舶的运输更安全,这具体地因为降低了翻滚以及不平衡的倾向。

[0028] 在实施例中,方法还包括,在将阻尼器单元运输到塔架区段内部的位置之前,将梯子模块安装在塔架区段中并且使塔架区段绕其纵向轴线旋转大约180度(即上下颠倒),使得梯子模块被布置在塔架区段的上部部分中。当塔架区段被水平布置时(这有助于梯子模块或梯子元件的安装),梯子模块或梯子元件可以例如被安装在塔架区段的‘底板’上。通过使塔架旋转180度,阻尼器单元能够被类似地安装在塔架区段的下半部,从而改善组装人员的安全性并且改善塔架区段的重量分布。

[0029] 塔架区段可以是风力涡轮机塔架的顶部区段。方法还可以包括:将塔架区段从阻尼器单元被安装到塔架区段所处的组装位置运输到风力涡轮机安装位置,将塔架区段置于竖直取向,以及将塔架区段安装在风力涡轮机塔架的第二塔架区段的顶部上。包括具有阻尼器单元的塔架区段的风力涡轮机塔架可受益于改进的阻尼特性。具体地,方法允许将一个或多个重的阻尼器单元安装在塔架区段内部的任何所期望的位置处,使得能够有效地抑制塔架运动和摆动。

[0030] 根据本发明的进一步实施例,提供用于组装风力涡轮机塔架的塔架区段的水平运输系统。水平运输系统被构造成至少在一个位置处被塔架区段支撑,并且包括可动部分,该可动部分被构造成支撑阻尼器单元并且在塔架区段被布置为水平取向的同时在水平方向上将阻尼器单元从塔架区段的端部附近的位置运输到塔架区段内部的阻尼器单元的安装位置处或附近的位置。借助于这样的运输系统,可以实现与上文进一步概述的优点类似的优点。具体地,通过这样的运输系统,阻尼器单元可以被运输到塔架区段中相当远的距离,使得其能够被安装在塔架区段内的任何所期望的位置处。此外,这样的运输系统允许通过塔架区段的任意端部引入阻尼器单元而不需考虑安装位置。因此,阻尼器单元可以从塔架区段的底端被引入,即使其要被安装到塔架区段的顶端附近。

[0031] 具体地,提供水平运输系统以用于将阻尼器单元运输到塔架区段内部的安装位置。其可以包括引导件以沿着水平方向引导可动部分。

[0032] 可动部分可以例如是被构造成支撑阻尼器单元的台车。台车是可动的以沿水平方向将阻尼器单元运输到所述位置,具体地运输到安装位置。

[0033] 如上所述,台车能够被在塔架区段的内壁上行进的轮支撑,或者水平运输系统可以包括轨道,其中台车在轨道上行进。因此,轨道可以提供在水平方向上引导台车的引导件。

[0034] 轨道可以是当塔架区段处于水平位置时被设置在塔架区段的下部部分中(即在塔架区段的下半部中,具体地在塔架区段的面向地面的壁上)的底部轨道。然后,台车可以被

构造成使得阻尼器单元能够被放置在台车的顶部上。阻尼器单元可以例如借助台车的顶部上的之后能够被收纳到塔架区段中的起重机或伸缩处理器被提升。

[0035] 台车能够包括转动台以当阻尼器单元被台车支撑时旋转阻尼器单元。具体地,可以提供液压转动台。因此有助于阻尼器单元在塔架区段内部的旋转。

[0036] 在另一实施例中,轨道可以是当塔架区段处于水平位置时被设置在塔架区段的上部部分中的梁(即在上半部中)。台车被构造成使得阻尼器单元从台车悬置,例如通过相应线束或承载框架。因此,台车可以对应于起重机台车或者行进托架,其沿着梁滑动或滚动。

[0037] 梁可以具体地通过塔架区段的相应端部处的凸缘(阻尼器单元通过该端部被引入到塔架区段中)、通过支撑在塔架区段内部的一个或更多个支腿、通过支撑在塔架区段外部的一个或更多个支腿、从塔架区段的高架壁区段或者通过其组合被支撑。因此,能够实现稳定的运输系统,其允许将阻尼器单元运输到塔架区段内部的任意所期望的位置。

[0038] 台车可以是或者可以包括吊车,从而允许抬升和降低从其悬置的阻尼器单元。

[0039] 在实施例中,运输系统还包括牵引绳(例如金属线),借助于所述牵引绳,台车能够被拉入到塔架区段中。运输系统还可以包括设置在引导件的端部或者在轨道的端部处的滑轮。滑轮被构造成改变牵引绳的方向,使得通过将牵引绳从塔架区段的一端拉出,台车从塔架区段的同一端被移动到塔架区段中。

[0040] 根据另一个实施例,提供包括处于水平取向的塔架区段和呈所公开的构造中的任一者的运输系统的系统。

[0041] 根据本发明的另一个实施例,提供风力涡轮机的风力涡轮机塔架的塔架区段。塔架区段包括阻尼器单元,其中阻尼器单元被构造成抑制风力涡轮机塔架的运动。所述阻尼器单元在安装位置处被安装在塔架区段中,其中安装位置位于距风力涡轮机塔架区段的任一端至少4米的距离处。这样的塔架区段可以由于采用上述组装方法被提供并且可以通过使用上述运输系统而获得。具体地,阻尼器单元可以在更加远离塔架区段端部的位置处被定位在这样的塔架系统内部,使得能够实现改善的阻尼效果。

[0042] 优选地,在阻尼器单元(具体地,其质心)与塔架区段的每端之间的距离是至少6米、更优选地至少8米或者甚至10米或者更多。

[0043] 阻尼器单元的重量可以是至少6吨、优选地至少7吨、更优选地至少8或者至少10吨。因而可以实现对由于动态负载导致的塔架运动的显著抑制。

[0044] 阻尼器单元可以具有在塔架区段的横截平面中延伸的纵向延伸范围,其中纵向延伸范围是在安装位置处的塔架区段的内直径的至少70%、优选地至少80%或85%。具体地,纵向延伸范围可以大于塔架区段的顶端处(具体地圆锥形区段)的开口的直径。使用本文所描述的组装方法和组装系统,可以将这样的大阻尼器单元安装在相应塔架区段中。

[0045] 阻尼器单元可以被确定大小且被布置成使得当塔架区段沿着其中心纵向轴线被划分成两半部时,阻尼器单元的60%以上的体积位于这两半部中的第一半部(当塔架区段处于水平取向时,优选地是塔架区段的下半部)中。优选地,阻尼器单元的70%以上或者甚至80%或90%以上的体积或重量可以位于第一半部中。在这样的构造中,在塔架区段的另一半部中留下足够的空间以用于另外的设备,诸如梯子、布线等等。

[0046] 阻尼器单元可以被成形为使得对应于在安装位置处的塔架区段的内横截面积的至少四分之一的至少圆节段没有被阻尼器单元占据。优选地,圆节段可以甚至对应于在安

装位置处的横截面积的1/3。因此为梯子提供了足够的空间,该梯子能够在塔架区段内部被附接到塔架区段的外壳。

[0047] 在任意上述实施例中,阻尼器单元可以包括呈晃动阻尼器形式的至少一个阻尼器元件。优选地,晃动阻尼器在被安装到塔架区段之前被填充有阻尼介质。因此有助于塔架区段的组装,因为如果不付出很大努力,可能无法对阻尼器元件进行后期填充。

[0048] 阻尼器单元可以包括固定到彼此的第一阻尼器元件和第二阻尼器元件或者由其构成。阻尼器单元能够包括相应框架以用于将阻尼器元件固定到彼此。每个阻尼器元件优选地具有圆柱形形状。两个阻尼器元件优选地具有同样大小。在其他实施例中,阻尼器单元可以包括仅单个阻尼器元件或者可以包括三各或更多个阻尼器元件。

[0049] 例如,阻尼器单元可以包括第一阻尼器元件和第二阻尼器元件或由其构成,该第一阻尼器元件和第二阻尼器元件优选地具有圆柱形形状并且彼此横向相邻地安装在框架中,使得两个圆柱形形状的高度轴线基本平行于塔架区段的纵向轴线。因此可以实现有效的重量分布。

[0050] 框架可以包括使得第一阻尼器元件和第二阻尼器元件在其上侧处彼此固定的上横梁,并且还可以包括使得第一阻尼器元件和第二阻尼器元件在其下侧处彼此固定的下横梁。在此方面,上侧和下侧指的是当包括塔架区段的风力涡轮机塔架被架设时阻尼元件的面向上或面向下的侧面。横梁可以适于被安装到塔架区段的外壁或者壳的内表面。横梁可以限定阻尼器单元的纵向延伸范围。它们可以被设置成以便延伸通过两个圆柱形阻尼器元件的圆柱轴线。

[0051] 在实施例中,塔架区段包括多个阻尼器单元,它们在塔架区段的纵向方向上彼此相邻地被安装在塔架区段中。因此,可以通过沿着塔架区段分布多个阻尼器单元来实现所期望的阻尼效果。优选地,在塔架区段中提供一个、两个、三个或更多个阻尼器单元。

[0052] 应该理解的是,上述特征和下文还要解释的特征不仅能够以所给出的相应组合使用,而且也能够以其它组合使用或者单独地使用,而不脱离本发明的范围。具体地,组装方法可以利用呈本文所描述的任意构造的运输系统,并且还可以适于组装呈本文所描述的任意构造的塔架区段。同样地,塔架区段和运输系统可以具有关于组装方法的实施例在本文描述的任意构造。

附图说明

[0053] 根据结合附图阅读的下述具体实施方式,本发明的上述和其他特征和优点将变得更加显而易见。在附图中,类似附图标记指代类似元件。

[0054] 图1是示出包括根据本发明的实施例的塔架区段的风力涡轮机的示意图。

[0055] 图2是示出根据本发明的实施例的塔架区段的组装的示意图。

[0056] 图3-7是示出根据本发明的实施例的塔架区段的组装的示意图。

[0057] 图8-10是示出根据本发明的实施例的塔架区段内部的阻尼器单元的旋转的示意图。

[0058] 图11是示出根据本发明的实施例的运输系统的示意图。

[0059] 图12是示出根据本发明的实施例的运输系统的台车的示意图。

[0060] 图13是示出根据本发明的实施例的运输系统的滑轮的示意图。

[0061] 图14是示出被设置在根据本发明的实施例的运输系统的台车上的阻尼器单元的示意图。

[0062] 图15是示出根据本发明的实施例的方法的流程图的示意图。

[0063] 图16是示出被安装在根据本发明的实施例的塔架区段中的阻尼器单元的示意图。

具体实施方式

[0064] 在下文中,将参考附图详细地描述本发明的实施例。应该理解的是,仅为了图解目的给出了实施例的下列描述并且其不应该视为是限制性意义的。应该注意的是,附图应该被看作仅是示意图,并且附图中的元件不必要彼此成比例。而是,各种元件的图示被选择成使得它们的功能和一般用途对本领域人员而言是显而易见的。

[0065] 图1示出包括风力涡轮机塔架101的风力涡轮机100,机舱102安装在该风力涡轮机塔架101上。风力涡轮机100的转子103包括毂104和转子叶片105。毂104可旋转地联接到机舱102。风能通过叶片105被转变成旋转且因此被转变成机械能。发电机直接连接到转子(直驱式风力涡轮机)或者经由变速箱被连接到转子轴。此类风力涡轮机的一般功能和构造通常是已知的并且因此不在此更具体地进行描述。

[0066] 风力涡轮机塔架101包括多个塔架区段,例如2个、3个、4个或更多个塔架区段。在图1的示例中,提供塔架区段111和112以及塔架区段10。塔架区段10是顶部区段,机舱102例如经由偏航系统被安装到该顶部区段上,该偏航系统用于调整机舱102且因此转子103的取向。塔架区段10包括顶端11和底端12。靠近顶端11,塔架区段10具有圆锥形区段13。风力涡轮机塔架101且因此相应的塔架区段的纵向方向(具体地中心纵向轴线)以附图标记120指代。在图1中,风力涡轮机塔架101被架设并且塔架区段被取向在竖直方向上。

[0067] 塔架区段10包括被安装在塔架区段10内部的阻尼器单元20。阻尼器单元20被安装在塔架区段10的顶半部中,即朝向圆锥形区段13。在塔架区段10的纵向方向上的安装位置由附图标记14指代。在其他构造中,一个或更多个阻尼器单元20可以沿着塔架区段10的纵向方向被安装在不同位置处。在下文中,描述了根据本发明实施例的将阻尼器单元20安装到塔架区段10的几种方法。

[0068] 如图2中所示,为了组装塔架区段10,塔架区段10被置于水平取向。塔架区段可以通过使用相应支撑件被简单地放置在工作区域的地面上。塔架区段10的纵向轴线120能够基本平行于地球表面。应该是清楚的是,因为塔架区段10可以在其长度上具有减小的直径,所以纵向轴线120将大体稍稍偏离于水平方向。替代性地,塔架区段10能够被支撑在具有变化高度的支撑件上,以便确保轴线120平行于水平方向。

[0069] 在图2中,在塔架区段10内部提供根据实施例的水平运输系统30。运输系统30被构造成将阻尼器单元20从塔架区段的一端(在此是底端12)移动到安装位置14(或者至少邻近此位置),阻尼器单元20在所述安装位置14(或者至少邻近此位置)被安装到塔架区段10。

[0070] 在图2的示例中,运输系统30包括台车35。台车35被塔架区段10的壳17、具体地被面向下的壁区段支撑。在其他实施例中,台车35能够被轨道或横梁支撑,如下文进一步描述的。台车35能够具有在塔架区段10的外壳17的内表面上滚动的轮。

[0071] 当组装塔架区段10时,阻尼器单元20例如借助于吊车、起重机、加载器等等被放置到台车35上。包括阻尼器单元20的台车然后被移动到安装位置14。如能够看到的,台车沿着

塔架区段10的纵向延伸在基本水平方向上运动。在安装位置14处,阻尼器单元20被安装到塔架区段10,具体地被安装到其外壳17。阻尼器单元可以例如通过使用螺栓等等紧固到外壳。

[0072] 通过以此方式安装阻尼器单元20,可以将阻尼器单元10安装在塔架区段10的纵向方向上的基本任意位置处。即使阻尼器单元20具有相当重的重量,例如8吨或者更重,其能够被移动到塔架区段10内的任意位置。

[0073] 塔架区段10被包括中心纵向轴线120的基本水平平面划分成上半部16和下半部15。如图2中能够看到的,在安装位置14处,阻尼器单元20的大部分体积被布置在下半部15中。阻尼器单元20因此没有被高悬在地面(外壳17的内表面)上方。因此,与阻尼器单元20例如被安装在塔架区段10的上半部16的情况相比,降低了与将阻尼器单元20安装到塔架区段10有关的风险。鉴于阻尼器单元20的相当重的重量,这是一个显著的优点。

[0074] 此外,能够看出的是,当将阻尼器单元20安装在这样的位置时,质心已经偏移到纵向轴线120下方。因此,塔架区段10被稳定在水平位置中并且显著降低了其绕纵向轴线120滚动的倾向。相反,将阻尼器单元20安装在上半部16中将导致更高的质心和塔架区段10的滚动倾向。这能够在塔架区段10的运输和存储期间导致显著问题。

[0075] 阻尼器单元20优选地是晃动阻尼器。其具体地被填充有阻尼介质,当在阻尼器单元20中所设置的空腔中来回移动时,该阻尼介质耗散能量。阻尼器单元在安装之前已经被填充有阻尼介质,因为之后填充阻尼器单元是不实际的。阻尼器单元能够例如包括1个、2个、3个、4个或更多个圆柱形阻尼器元件。优选地,提供两个圆柱形阻尼器元件并且借助于框架将其附接到彼此。

[0076] 在图3中,示出包括两个圆柱形阻尼器元件21、22的阻尼器单元20。此外,图3示出了运输系统30,其包括轨道31,该轨道31被实现为梁,其从塔架区段10外部延伸到塔架区段10内部、具体地延伸到安装位置14。台车35在轨道31上行进。台车可以例如具有在梁上行进的轮,类似于起重机台车或者行进托架。运输系统30被塔架区段10支撑,并且可以进一步地在塔架区段10外部被支撑。

[0077] 在图3的示例中,第一支撑件32在塔架区段10外部支撑运输系统30,具体地轨道31。第一支撑件32通过一条支腿或一对支腿提供,不过也可以具有不同构造。在塔架区段10中,运输系统30被第二支撑件33支撑,该第二支撑件33同样可以被实现为一条支腿或一对支腿,其立在塔架区段10的壳17上。替代性地,第二支撑件33可以从顶部支撑轨道31(例如被紧固到壳17的上部部分),或者可以被塔架区段10的中间平台18支撑,其中横梁能够朝向该中间平台18延伸。进一步地,第三支撑件34在塔架区段10的一端处的凸缘19、50处支撑运输系统30,具体地轨道31。轨道可以例如通过使用支架、螺栓等等被紧固到凸缘。支撑件34可以仅是临时的,例如当将轨道/梁插入到塔架区段10中时,或者其也可以在阻尼器单元20的运输期间支撑轨道/梁。在图3的示例中,顶端11处的凸缘提供了支撑,不过也可以是底端12处的凸缘提供了支撑,特别是当阻尼器单元20被插入通过塔架区段10的底端12时。

[0078] 应该清楚的是,在一些构造中,运输系统30可以仅包括支撑件33或者支撑件34。具体地,在塔架区段10外部的支撑件32是可选的。

[0079] 参考图3-7,描述了根据本发明的实施例的组装方法。如图3所示,阻尼器单元从台车35悬置。台车35可以例如包括用于提升阻尼器单元35的吊车,或者起重机等可以被用于

将阻尼器单元运输到其能够被固定到台车35的位置。然后台车35沿着轨道31朝向安装位置14运动,如图4中所示。在塔架区段10内部的一些位置处,阻尼单元20旋转,这将在下文进一步更具体地解释。当阻尼器单元20已经到达安装位置14时,其被安装到塔架区段10。然后台车35能够移动到塔架区段10之外,例如用于接收要被安装到塔架区段10的另外的阻尼器单元20。图5示出第一阻尼器单元20已经被安装到塔架区段10且台车35已经再次移动到其开始位置的情况。

[0080] 图6是图3-5的塔架区段10的透视图,其示出两个阻尼器单元20已经被安装在塔架区段10内部且第三阻尼器单元20从运输系统30的台车35悬置的情况。从台车35悬置的阻尼器单元20被取向成使其纵向方向基本平行于塔架区段10的纵向方向,使得其通过塔架区段10的顶端11处的开口装配。台车35以类似方式移动到塔架区段10中,第三阻尼器单元20旋转并在其安装位置处被安装到塔架区段10,该安装位置不同于第一阻尼器单元和第二阻尼器单元的安装位置。

[0081] 图7示出在第三阻尼器单元20已经被安装到塔架区段10且台车已经再次移动到外部之后的情况。运输系统30现在能够被拆卸并且塔架区段10能够被运输到风力涡轮机将要被架设时所处的安装位置。应该是清楚的是,在另外的实施例中,可以仅安装一个或两个阻尼器单元,或者可以安装三个以上的阻尼器单元。

[0082] 因为关于图3-7描述的运输系统30和组装方法仅是图2的系统和方法的改型,所以上文的解释同样适用于关于图3-7描述的系统和方法。如图7中所示,阻尼器单元20的大部分体积和重量设置在塔架区段10的下半部15中,从而得到上文指出的优点。

[0083] 在图8-10中,示出了阻尼器单元20的旋转。具体地,阻尼器单元20具有沿着其纵向方向23的延伸范围,该延伸范围大于塔架区段10的顶端11中的开口处的直径。这可以适用于底端12,其中用于将塔架区段附接到彼此的安装凸缘可以减小相应开口的大小。阻尼器单元20在其纵向方向上的大小可以例如大于在安装位置14处的塔架区段10的内直径的70%、80%或者甚至85%,以便很好地利用塔架区段10内部的可用空间。

[0084] 在将阻尼器单元20移动到塔架区段10中之前,阻尼器单元20因此旋转使得其纵向方向23基本平行于塔架区段10的纵向方向120且平行于行进方向。不需要精确平行,使阻尼器单元20旋转的目的在于阻尼器单元20通过塔架区段10的相应顶端11或底端12中的开口装配。图8中示出了阻尼器单元20的旋转位置。在旋转之后,阻尼器单元被移动到塔架区段10中。当位于塔架区段10中时,阻尼器单元20旋转,使得其纵向轴线23基本垂直于塔架区段10的纵向轴线120,如图9中所示。旋转能够发生在塔架区段10内部的任意适当位置处;它可以在圆锥形区段13后面发生或者在安装位置14附近或在安装位置14处发生。图10示出阻尼器单元20已经旋转且移动到其最终位置中且已经被安装到塔架区段10的情况。将阻尼器单元20运输到塔架区段10中的这种方法能够与本文所公开的任意组装方法结合使用。其具体地不限于运输系统30的任意具体构造。

[0085] 图11至图14示出了根据本发明的另外实施例的运输系统。运输系统是上述运输系统的改型,因此上文的解释同样适用于图11至图13的运输系统和组装方法。

[0086] 图11中所示出的运输系统30包括轨道31和台车35。轨道31设置在塔架区段10的下半部15中。具体地,其被塔架区段10的外壳17支撑在塔架区段10中。运输系统30包括在区段10外部支撑运输系统30(具体地轨道31)的第一支撑件32。第一支撑件32通过一条支腿或一

对支腿提供,不过也可以具有不同构造。在塔架区段10中,运输系统30被一个或更多个第二支撑件33支撑,该第二支撑件33同样可以被实现为一条支腿或一对支腿,其立在塔架区段10的壳17上。优选地,第二支撑件33沿着塔架区段10的纵向方向分布,使得轨道31被足够地支撑并且能够承载阻尼器单元20的重量。

[0087] 在图11的示例中,轨道31延伸到塔架区段10之外。在另外的实施例中,轨道可以仅在塔架区段10内部延伸。在图11中,还可见梯子模块109。梯子模块109被安装在塔架区段10的上半部16中。如果阻尼器单元20被安装在塔架区段10的下半部15中,则存在足够的空间引导梯子模块109经过塔架区段10内部的阻尼器单元20。梯子模块109可以存在于本文所描述的任意实施例中。在塔架区段10被水平取向且被设置成上下颠倒(即上半部16面向下)的同时,梯子模块109可以安装到塔架区段10,如下文进一步更详细地描述的。

[0088] 图12示出台车35的近视图。如能够看到的,台车包括能够被液压操作的转动台36。当阻尼器单元20被定位在台车35上时,转动台36允许阻尼器单元20旋转。为了将阻尼器单元20固定在台车35上,台车35还包括安装件37,其具有支架的形状,不过也可以具有适于相应阻尼器单元20的任意其他形状。

[0089] 在图12的示例中,轨道31包括两个U形轮廓,台车35在所述U形轮廓上行进。台车35装备有在U形轮廓中行进的相应轮。在另外的实施例中,轨道31可以包括两个杆,并且台车35的轮可以具有凹口以防止台车脱离杆。

[0090] 台车被附接到牵引绳38,例如附接到钢丝。能够通过拉动牵引绳38使台车35运动。为了允许从塔架区段10的一端操作,滑轮40被设置在轨道31的端部,所述滑轮反转牵引绳38的方向(图13)。绞车39能够被设置在塔架区段10内部或优选地外部,以拖动牵引绳38且因而将台车35移动到塔架区段10中。替代性地,牵引绳38可以从塔架区段10的另一端被拉出。

[0091] 图14示出阻尼器单元20被放置在台车35上的情况。阻尼器单元20可以被吊车、起重机等提升到台车35上且可以通过安装件37保持在适当位置。如上所述,阻尼器单元能够被取向成其纵向方向23平行于运输方向。从而,阻尼器单元20能够被容易地装配到塔架区段10中,即使底端12处的凸缘50限制了通向塔架区段10的开口。

[0092] 在图14中,进一步示出了阻尼器单元20能够包括借助于框架25内固定到彼此的两个阻尼器元件21、22。框架25能够例如包括两个横梁,其中在圆柱形阻尼器元件21、22的每个端面上存在一个横梁。这两个梁将这两个阻尼器元件固定到彼此。梁优选地被构造成使得它们提供安装结构,所述安装结构用于例如通过使用支架或螺栓将阻尼器单元安装到塔架区段10、特别是安装到外壳17的内部表面。梁的端部可以例如被成形为以便被引入到被安装到外壳的支架中。

[0093] 在将阻尼器单元20放置在台车35上之后,绞车39被操作成将台车和阻尼器单元20拉到塔架区段10中。当阻尼器单元20位于塔架区段10内部时,转动台36被操作成将阻尼器单元20旋转到安装所需的取向,如上文参考图8至图10所描述的。如果还没有位于安装位置处,则然后通过致动绞车将台车移动到最终安装位置。然后阻尼单元20被安装到塔架区段10,特别是安装到其外壳17,例如通过将横梁固定在其上。

[0094] 如上所述,另外的阻尼器单元20能够被安装在塔架区段10内部。运输系统30允许将阻尼器单元20安装在塔架区段10内部基本上任意所期望的位置。具体地,阻尼器单元20

能够被安装成靠近顶端11处的圆锥形区段13,即使其是通过底端12被引入的。

[0095] 图15是根据本发明的实施例的组装塔架区段的方法的流程图。方法可以根据任意上述变型来实现,具体地通过使用任意上述构造中的运输系统。

[0096] 在步骤201中,塔架区段10被布置在水平方向上,例如如图2、图3或图11所示。在步骤201中,可以包括多个梯子元件的梯子模块被安装到塔架区段10。因为通常梯子模块的高架安装是不可行的,所以梯子模块在塔架区段10内部被安装到外壳17的面向地面的部分。因此梯子模块109能够被简单地定位在塔架区段10内部并紧固到其上。

[0097] 在步骤203中,塔架区段10绕其纵向轴线120(即绕其轴向方向)旋转大约180度,使得梯子模块设置在塔架区段10的上半部16中,如图11中所示。在步骤204中,水平运输系统30被安装到塔架区段10。这可以例如通过将台车35设置在塔架区段10内部、通过将呈梁形式的轨道31支撑在塔架区段10内部(如图3中所示)或者通过将轨道31支撑在塔架区段10的下半部15(如图11中所示)中而发生。如上文概述的,变型是可能的,例如关于塔架区段10的用于引入运输系统30的端部、用于轨道31的支撑件的数量和布置等等。

[0098] 在步骤205中,阻尼器单元20被附接到台车35。其例如被设置在台车上并紧固到其上,或者其从台车悬置。阻尼器单元能够被附接到台车使得其纵向轴线指向行进方向,即基本平行于塔架区段10的纵向方向(步骤206)。

[0099] 在步骤207中,阻尼器单元经由塔架区段10的相应端部11、12被运输到塔架区段中。台车例如能够借助于线缆被拉动,如参考图11-14所描述的。替代性地,台车35或阻尼器单元20可以被推动。当在塔架区段10内部时,阻尼器单元20旋转 to 安装取向,在该安装取向中,其要被安装,如参考图8至图10所描述的(步骤208)。旋转可以经由转动台发生。类似的旋转机构可以被包括在图3-7的台车中。在旋转之前或之后,阻尼器单元被定位在最终安装位置(步骤209)处。然后,在步骤210中,阻尼器单元20被安装到塔架区段10。例如,支撑阻尼器元件21、22的框架25的杆可以通过使用螺栓等被直接附接到塔架区段10的壁。

[0100] 在步骤211中,从塔架区段10移除水平运输系统30。例如移除台车和任意轨道和支撑件。能够随后执行进一步的组装,诸如在步骤212中,将平台安装在塔架区段10中。因为塔架区段10优选地是顶部区段,所以安装相应顶部区段平台。区段能够通过伸缩处理器被安装,因为它们具有比较小的重量。应该清楚的是,在将阻尼器单元20安装在塔架区段10之前或之后,任意额外的组装步骤能够根据需要并且如对于风力涡轮机塔架区段的组装来说是典型的那样被执行,诸如安装梯子和平台、安装线缆保持架、在平台上安装设备等。

[0101] 在步骤213中,塔架区段10被运输到风力涡轮机的安装位置,即到要架设风力涡轮机的地点。可以通过使用车辆和船舶来进行运输。当将塔架区段10从组装位置装载到运输车辆(诸如拖车)上时,塔架区段10通常不再(绕其纵向轴线)再次旋转。因为所述一个或更多个阻尼器单元20被安装在风力涡轮机塔架区段10的下半部15中,所以由于重心较低而显著减小了塔架区段10翻滚的倾向。因此,可以避免在船舶上运输期间的不平衡以及在道路上运输期间拖车的滚动或摆动。

[0102] 例如通过将塔架区段111、112、10一个放置在另一个顶部上来架设风力涡轮机塔架101,其中区段10是顶部区段。通过使用凸缘50(图16),塔架区段被安装到彼此。然后,偏航系统和机舱102能够被安装在塔架区段10的顶部上(见图1)。因此,提供了组装塔架区段10和风力涡轮机100的安全且高效的方式。

[0103] 应该清楚的是,图15中所示出的方法的实施例的多个步骤是可选的,诸如步骤202至204、206、208和211-213。

[0104] 图16示出了从安装了阻尼器单元20的塔架区段10的底端12观察的视图。在图16中,在塔架区段10的底端12处的凸缘50和在塔架区段10的顶端11处的凸缘19是可见的。如能够看到的,阻尼器单元20的纵向延伸范围使得其在横向取向时不通过顶端11中的开口装配。阻尼器单元20借助于框架25、例如通过将横梁直接紧固到塔架区段10的壁而被安装到壁或外壳17的内侧。能够提供另外的安装元件27来确保与外壳17的稳定且牢固的附接。

[0105] 如图16中能够看到的,阻尼器单元20的大部分体积和重量被布置在塔架区段10的下半部15中。具体地,阻尼器单元20的70%以上、优选地80%以上、更优选地90%以上的质量被布置在塔架区段10的下半部15中。图16中的虚线指示出基本水平平面,其包括在塔架区段10的纵向方向(圆柱轴线或圆锥轴线)上的中心对称轴线并将塔架区段10划分成上半部16和下半部15。如能够看到的,在上半部16中,存在可用于放置梯子和其他设备的足够空间,其他设备是诸如线缆等等。因为在安装位置处的横截面中,至少90度、优选地至少120度的圆节段没有被阻尼器单元20占据,所以可以在这个区域中将设备安装到塔架区段10的外壳17。通过在阻尼器单元20中包括两个圆柱形阻尼器元件21、22,在塔架区段10的中心轴线周围的空间能够特别地保持自由。

[0106] 概括地说,通过本发明的实施例提供多个优点。通过将阻尼器单元安装在塔架区段的下半部,实现了塔架区段的较低重心。此外,组装方法允许将包括由双梁框架支撑的两个阻尼器元件的大阻尼器单元引入到塔架区段中,即使这样的结构的延伸范围通常大于塔架区段的端部开口的宽度。组装方法和运输系统允许将阻尼器单元从任一侧引入到塔架区段中,并且阻尼器单元能够在底端被引入,即使其要被安装成靠近塔架区段的顶端。此外,通过本文所描述的组装方法和运输系统,具有相对重的重量(例如8吨或者更重)的阻尼器单元可以沿着塔架区段被安装在任意所期望的位置。

[0107] 虽然本文公开了特定实施例,不过能够做出各种改变和改型而不背离本发明的范围。例如,本文所公开的系统和方法同样适用于风力涡轮机塔架的任意其他塔架区段。本实施例应该在所有方面被看作是示意性的而非限制性的,并且落入所附权利要求的含义和等价范围内的所有改变旨在包含在本文中。

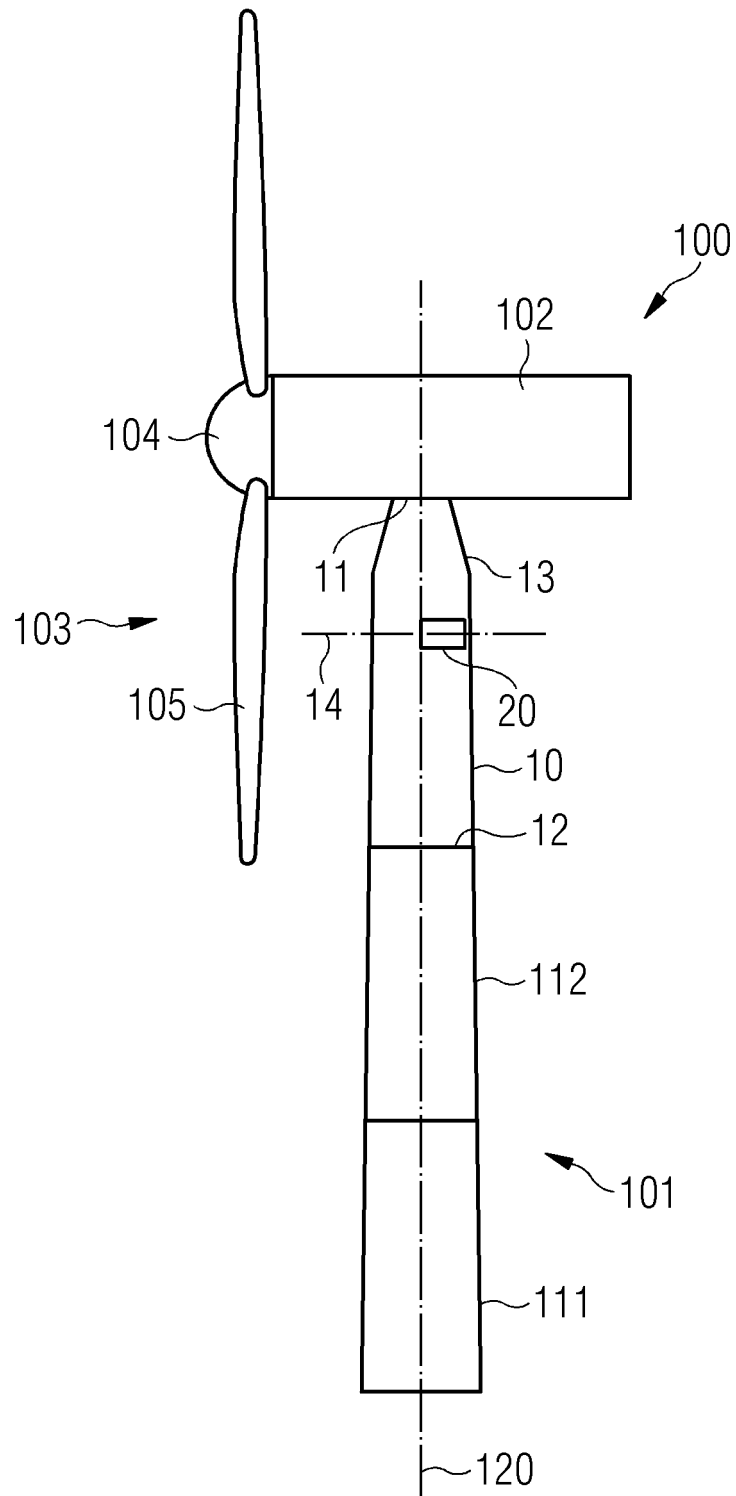


图 1

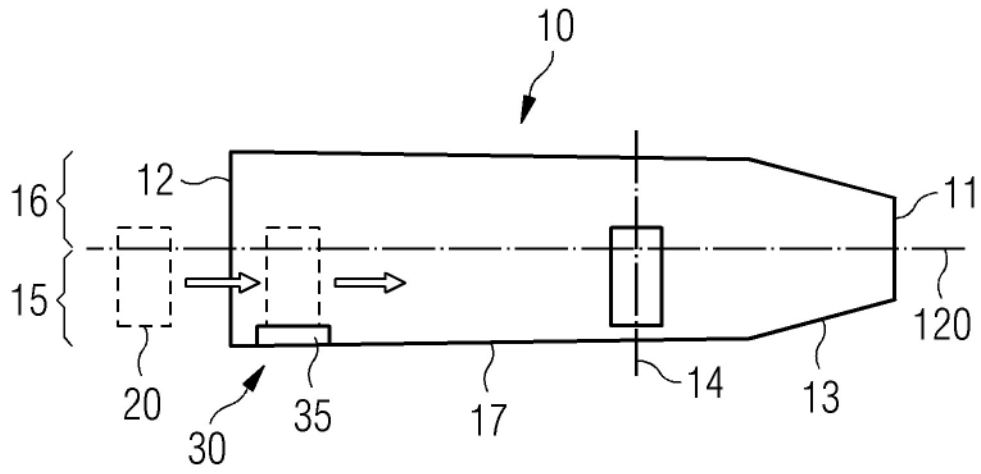


图 2

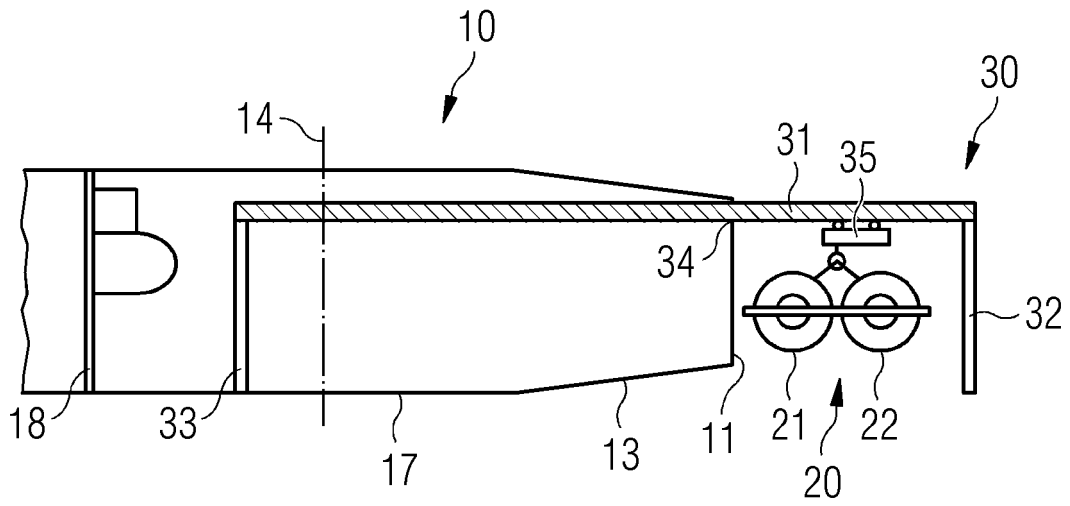


图 3

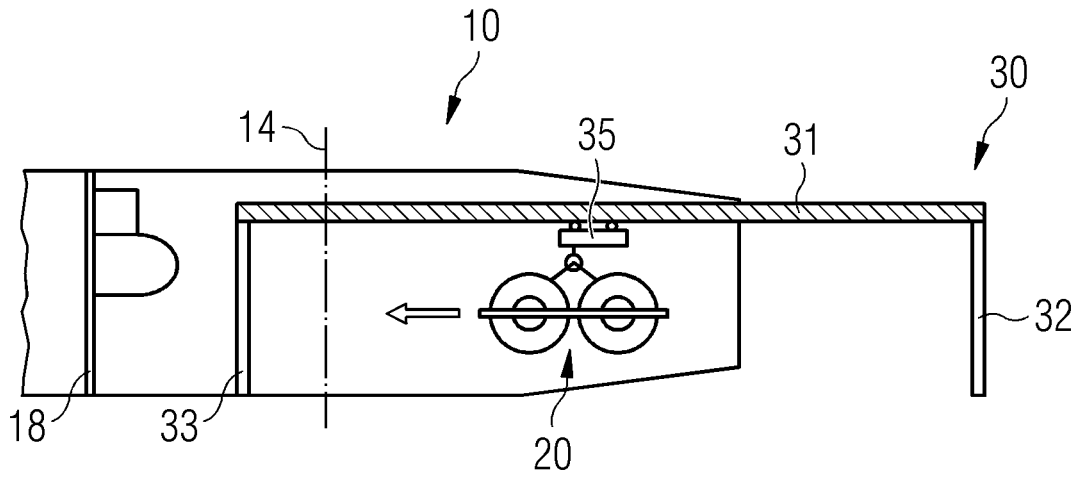


图 4

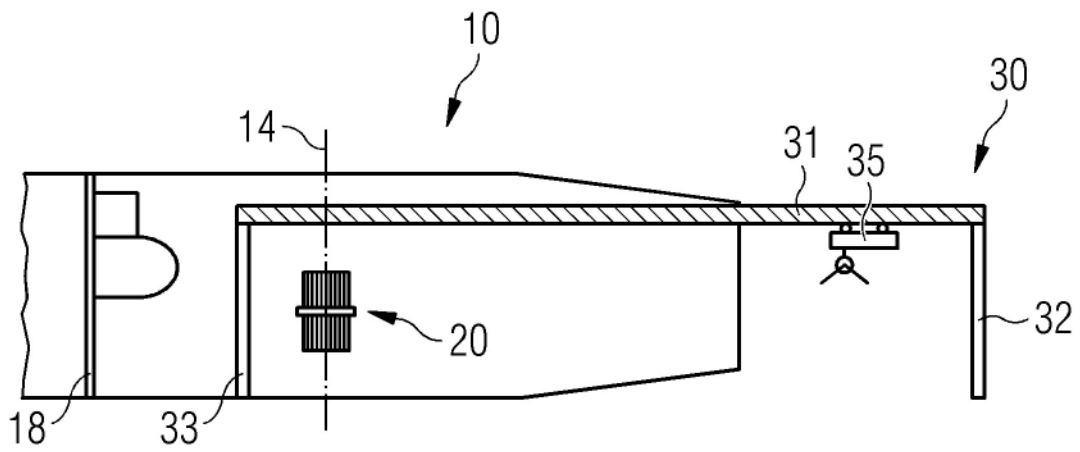


图 5

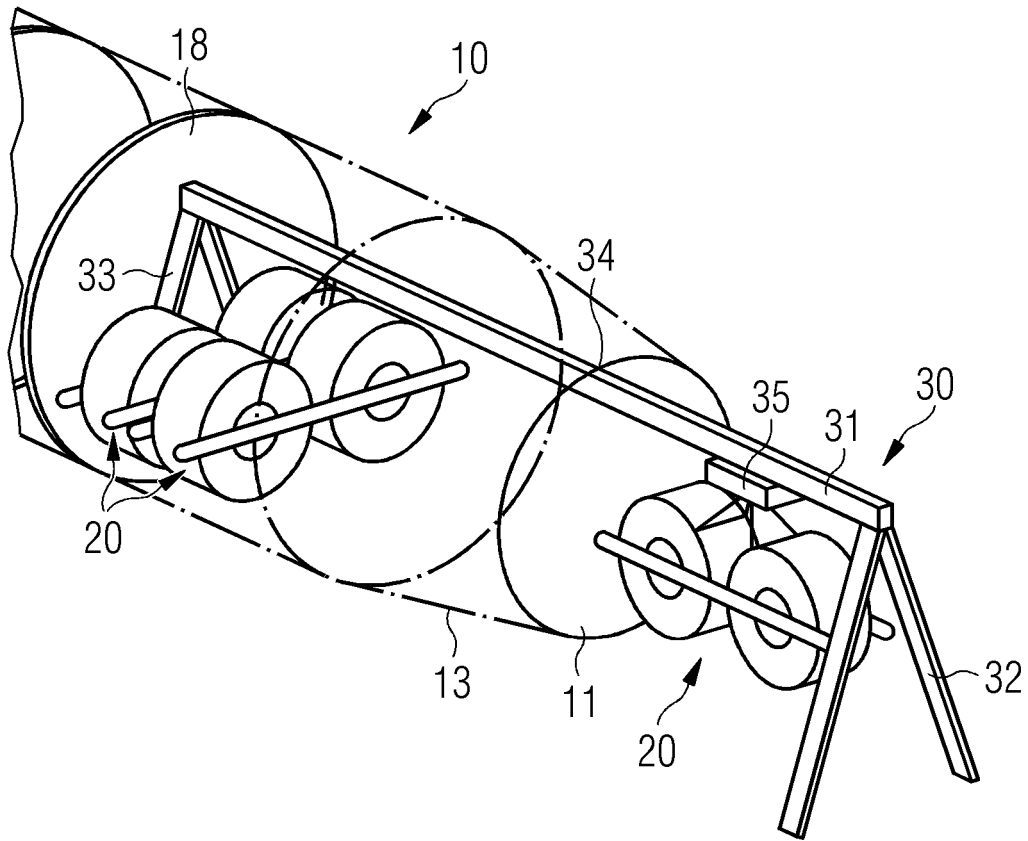


图 6

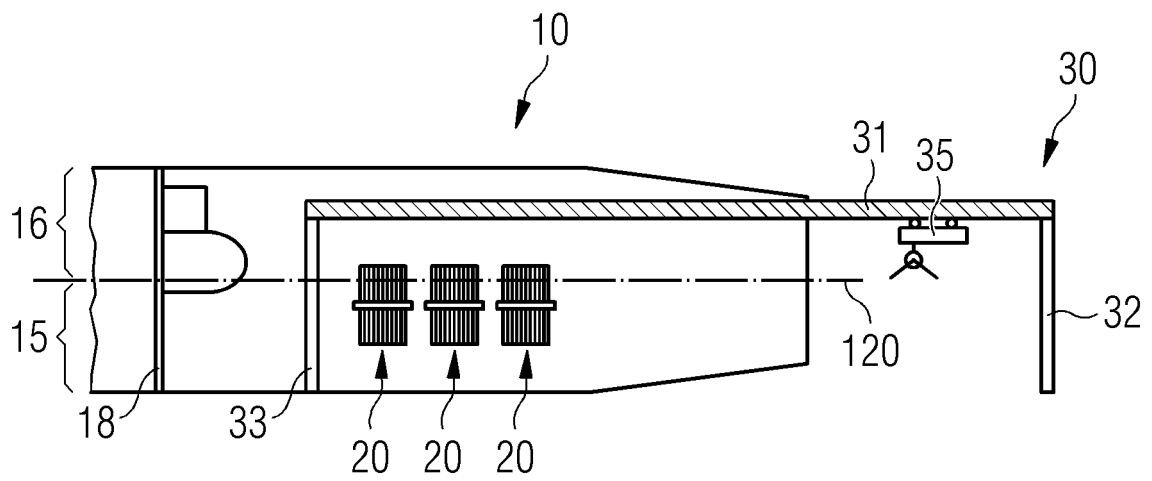


图 7

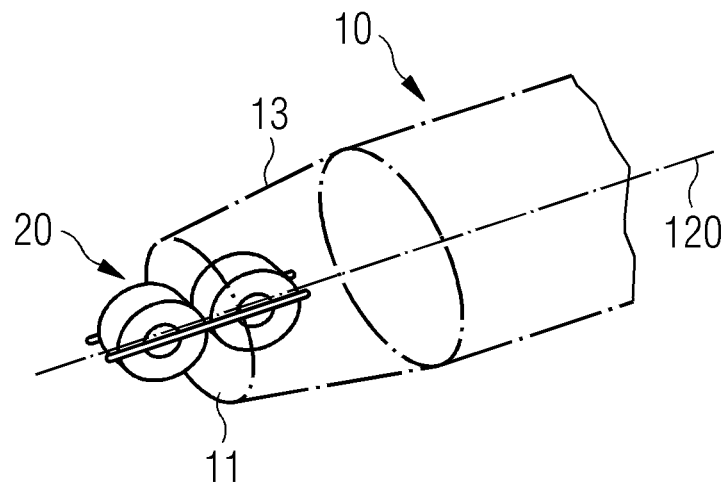


图 8

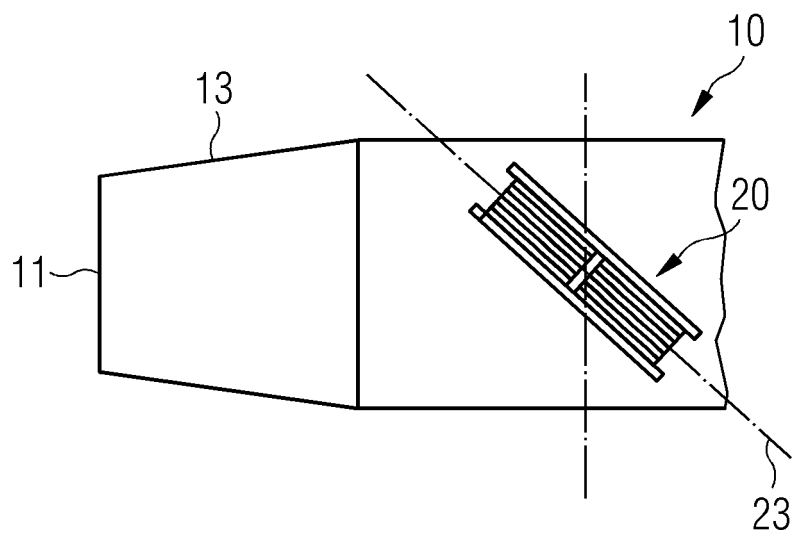


图 9

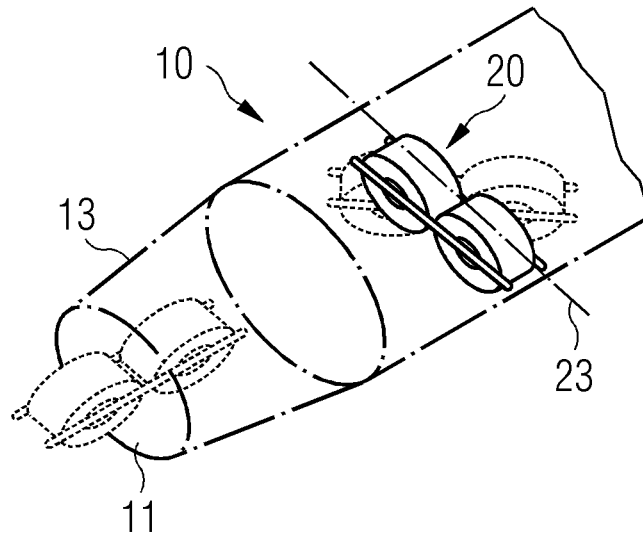


图 10

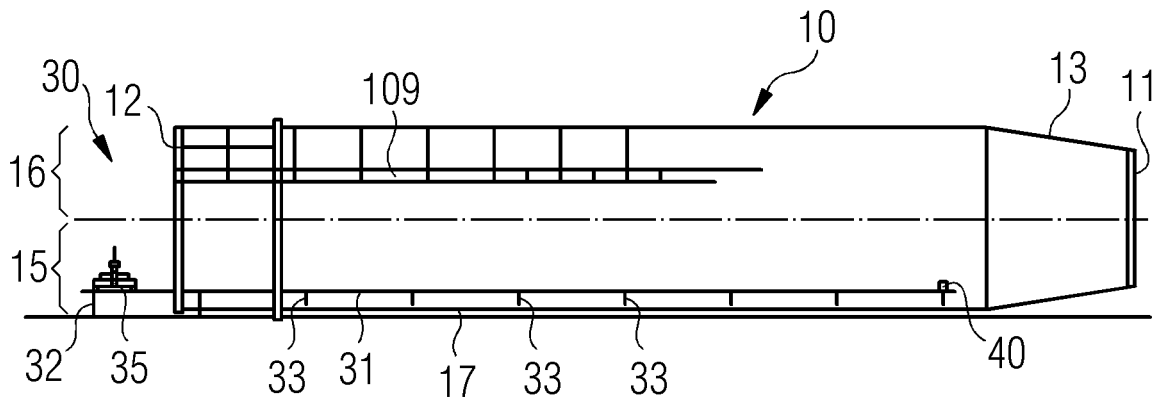


图 11

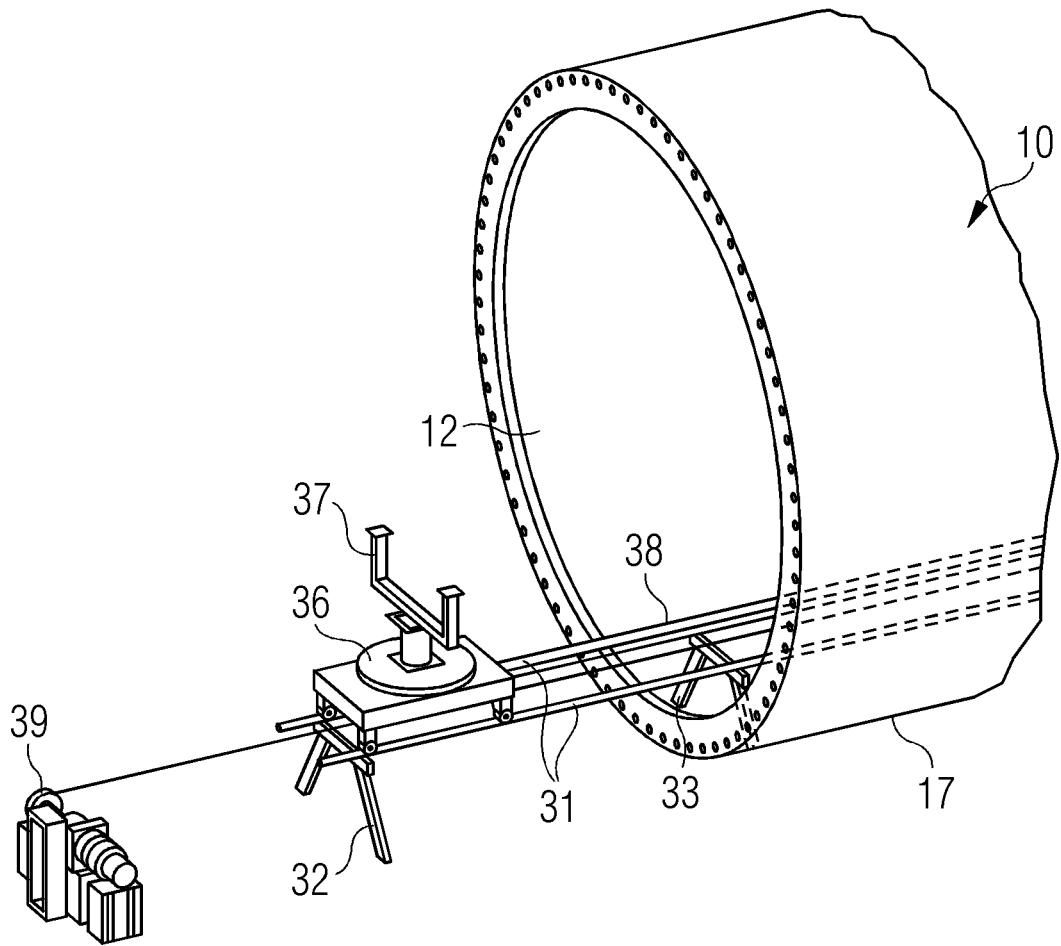


图 12

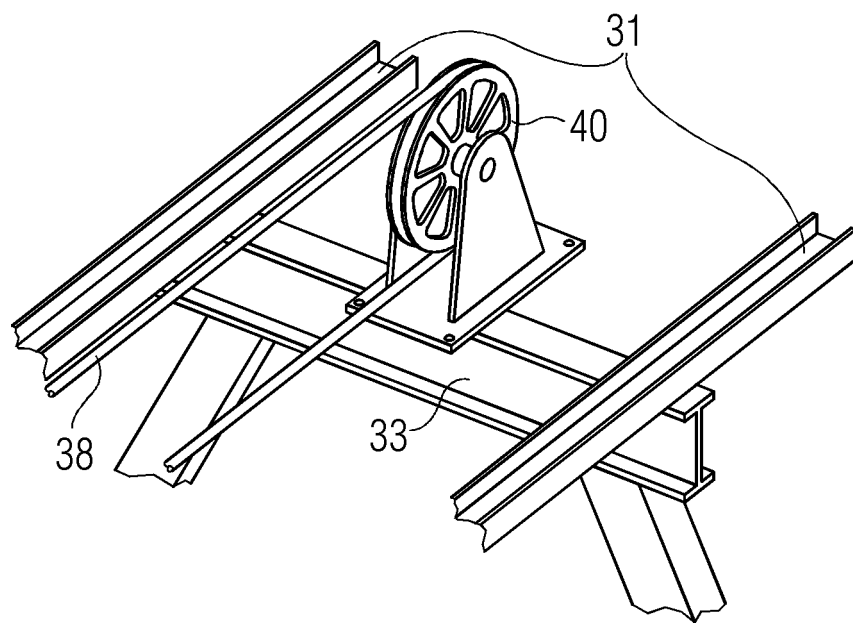


图 13

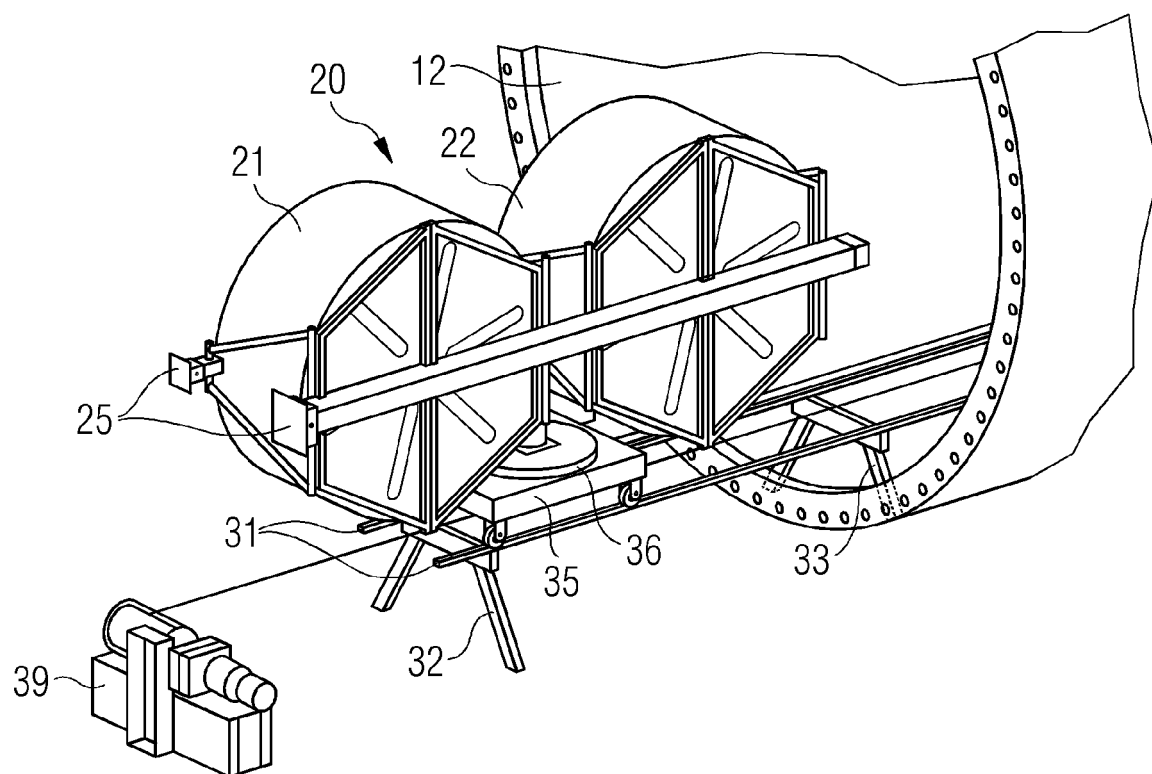


图 14

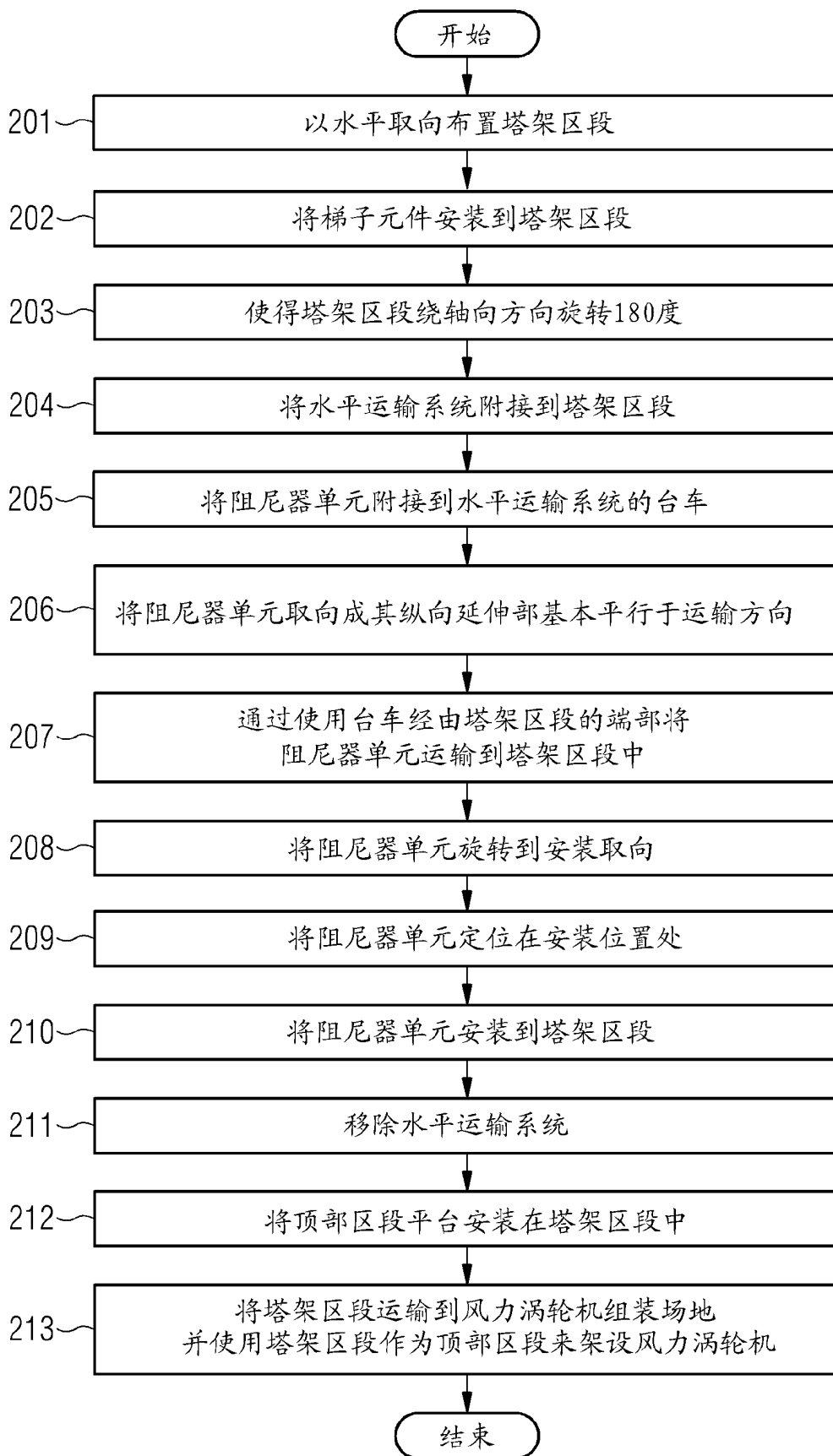


图 15

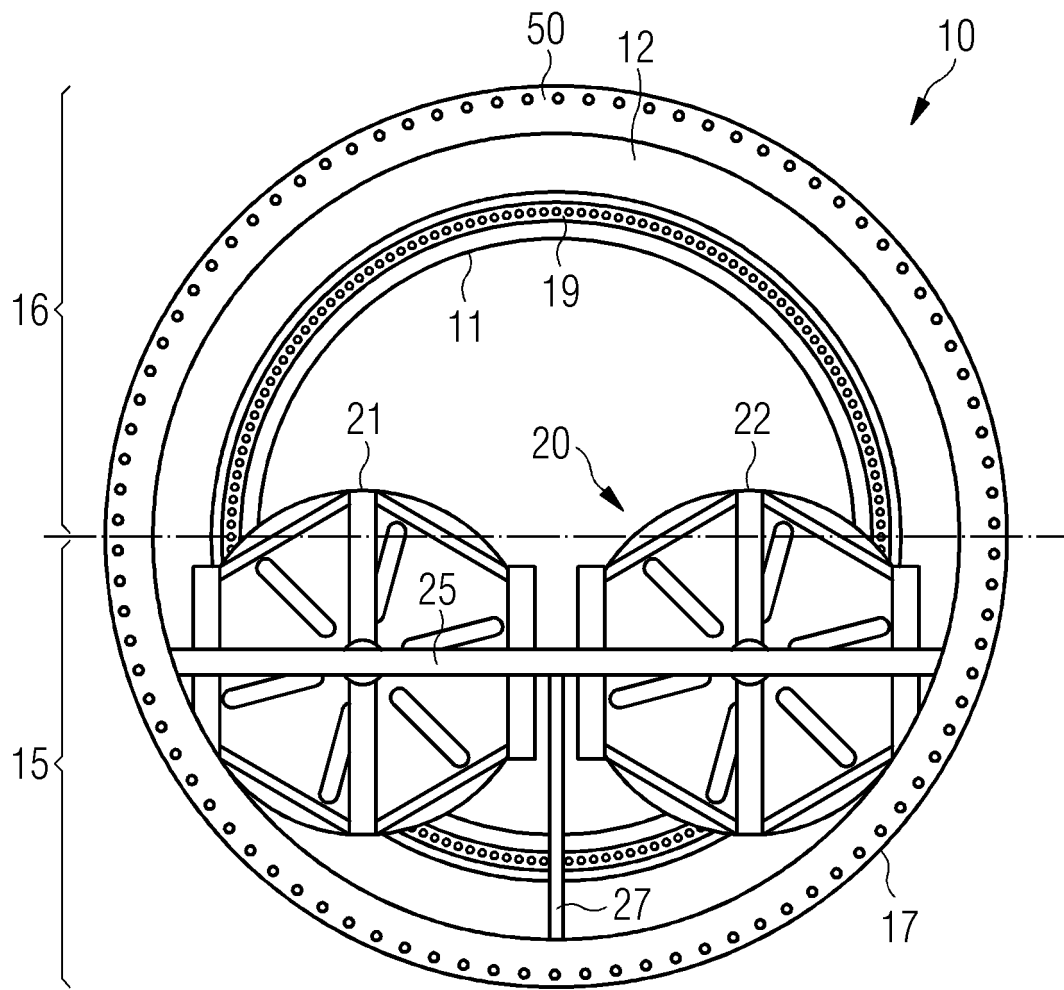


图 16